

## **AC-WIG welding process**

**Patent number:** DE19507649  
**Publication date:** 1995-09-14  
**Inventor:** BURGSTALLER ANDREAS ING (AT); ARTELSMAIR JOSEF (AT)  
**Applicant:** FRONIUS SCHWEISMASCHINEN KG AU (AT)  
**Classification:**  
- international: **B23K9/067; B23K9/06;** (IPC1-7): B23K9/16; B23K9/06  
- european: B23K9/067D  
**Application number:** DE19951007649 19950304  
**Priority number(s):** AT19940000504 19940309

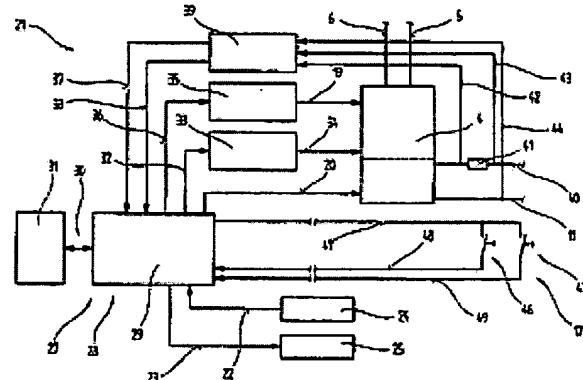
**Also published as:**



**Report a data error here**

### Abstract of DE19507649

In an AC-Wig welding process prior to igniting the arc, a weld current and dia. of electrode are predetermined. This dia. of electrode predetermines a current value and time duration for a start pulse which is applied to the electrode after ignition. At the end of the pulsed stage, the actual welding current is applied.



Data supplied from the ***esp@cenet*** database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 195 07 649 A 1

⑮ Int. Cl. 6:  
**B 23 K 9/06**  
// B23K 9/16

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯

09.03.94 AT 504/94

⑯ Anmelder:

Fronius Schweißmaschinen KG, Austria,  
Wels-Thalheim, AT

⑯ Vertreter:

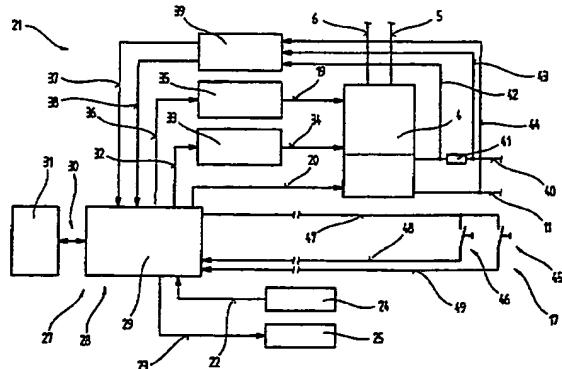
Patentanwälte Rau, Schneck & Hübner, 90402  
Nürnberg

⑯ Erfinder:

Burgstaller, Andreas, Ing., Eberstallzell, AT;  
Artelmaier, Josef, Wartberg/Krems, AT

⑯ Verfahren zum AC-WIG-Schweißen

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum AC-WIG-Schweißen, bei dem an eine positiv gepolte Wolframelektrode ein Hochspannungsimpuls angelegt wird. Durch das Anlegen eines Hochspannungsimpulses kommt es zu einer Zündung des Lichtbogens zwischen der Elektrode und dem Werkstück. Durch Verändern der Parameter, insbesondere der Höhe des Stroms und der Kurvenform für den Schweißprozeß, erreicht das Elektrodenende einen schmelzflüssigen Zustand, wodurch eine halbkugelförmige Ausbildung des Elektrodenendes erreicht wird. Für den eigentlichen Schweißprozeß müssen die Parameter wieder rückgestellt werden. Vor dem Zünden des Lichtbogens wird ein vorbestimmbarer Schweißstrom und gegebenenfalls ein Durchmesser der Elektrode eingestellt, worauf in Abhängigkeit vom voreingestellten Durchmesser der Elektrode ein Stromwert und eine Zeitdauer für einen Startimpuls ermittelt wird. Nach dem hochfrequenten Zünden des Lichtbogens wird der Startimpuls an die Elektrode angelegt. Nach Beendigung des Startimpulses wird der anhand der voreingestellten Parameter ermittelte Schweißstrom für den Schweißprozeß an die Elektroden angelegt.



DE 195 07 649 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 07. 95 508 037/635

11/28

DE 195 07 649 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum AC-WIG-Schweißen, wie es im Oberbegriff des Patentanspruches 1 beschrieben ist.

Es sind bereits verschiedene Verfahren zur Zündung des Lichtbogens beim AC-WIG-Schweißen bekannt, wobei an die positiv gepolte Wolfram-Elektrode ein Hochspannungsimpuls angelegt wird und dabei die Lichtbogenstrecke ionisiert wird, wodurch eine Zündung des Lichtbogens erfolgt. Weiters ist es bekannt, daß durch eine Berührung der positiv gepolten Wolfram-Elektrode mit dem Werkstück ein Kurzschlußstrom entsteht, wo bei dieser auf einen geringen Wert begrenzt wird und beim Abheben der Wolfram-Elektrode durch den Kurzschlußstrom ein Lichtbogen gezündet wird. Nachteilig ist bei den bereits bekannten Verfahren, daß nach dem Zünden des Lichtbogens ein Startimpuls ausgegeben wird, der sich in Abhängigkeit vom eingestellten Schweißstrom errechnet, wodurch eine schlechte Zündung des Lichtbogens bei einer minimalen Elektrodenbelastung, jedoch ein zu starkes Abschmelzen des Elektrodenendes bei einer maximalen Elektrodenbelastung eintritt. Weiters muß, um eine Ausbildung eines halbkugelförmigen Endes der Elektrode zu erreichen, der Strom durch eine Bedienerperson verändert werden, bis ein schmelzflüssiger Zustand des Endes der Elektrode erreicht wird, was zu einer halbkugelförmigen Ausbildung des Endes der Elektrode führt. Als Grundwerkstoff für diesen Vorgang muß Kupfer verwendet werden. Nach dem Erreichen des halbkugelförmigen Endes der Elektrode muß diese Bedienerperson für den eigentlichen Schweißprozeß den Schweißstrom wieder zurückstellen, wodurch ein höherer Zeitaufwand durch das Verändern des Schweißstromes entsteht.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der obgenannten Art zu schaffen, mit dem ohne äußere Einwirkungen, wie das Verstellen der Schweißparameter, ein stabiles Zünden des Lichtbogens und oder eine halbkugelförmige Ausbildung des Endes der Elektrode während des Startimpulses sowie ein automatisches Zünden eines stabilen Lichtbogens bei nicht ausreichender Energiezuführung an die Elektrode während des Startimpulses erreicht werden kann.

Diese Erfindung wird durch die Maßnahmen im Kennzeichenteil des Patentanspruches 1 gelöst. Vorteilhaft ist bei dieser Lösung, daß durch das Einstellen des Durchmessers der Elektrode der Startimpuls in Abhängigkeit vom Elektrodendurchmesser errechnet wird, wodurch nach dem Zünden des Lichtbogens die Elektrode während des Startimpulses auf die Betriebstemperatur erwärmt wird und dadurch zu einer stabilen Zündung des Lichtbogens mit einer minimalen Elektrodenbelastung führt.

Es ist aber auch ein Vorgehen nach Patentanspruch 2 möglich, wodurch bei zu kleiner oder keiner Einstellung des Elektrodendurchmessers nach dem Erlöschen des Lichtbogens am Beginn des Schweißprozesses automatisch ein neuer Startimpuls errechnet und ausgesendet wird, der einen höheren Strom- und Zeitwert als den zuletzt ausgesendete Startimpuls aufweist. Durch das Aussenden eines neuen bzw. weiteren Startimpulses wird rasch ein stabiler Lichtbogen erzielt. Dies hat eine erhebliche Zeiteinsparung bei einer minimalen Belastung der Elektrode zur Folge, da der Schweißstrom nicht vom Bediener verändert werden muß.

Vorteilhaft sind weiters die Maßnahmen nach Patentanspruch 3, da dadurch jene Wärmeenergie, die in der

Elektrode bei einer kurzen Pause zwischen zwei Schweißprozessen noch vorhanden ist, berücksichtigt wird und damit die zugeführte Energie zum neuerlichen Starten des Lichtbogens darauf abgestimmt werden kann. Dadurch kann eine Überhitzung der Elektrode beim Zündvorgang und damit eine Zerstörung der Spitze der Elektrode bzw. der Spitzenausbildung der Elektrode zuverlässig verhindert werden.

Vorteilhaft sind auch die Maßnahmen nach Patentanspruch 4, da durch die Erhöhung des Stromes und gegebenenfalls der Zeitdauer das Ende der Elektrode in einen schmelzflüssigen Zustand versetzt wird, wodurch eine halbkugelförmige Ausbildung des Endes der Elektrode erreicht wird, ohne daß dabei der eingestellte Schweißstrom zu verändert ist. Dadurch ist eine Automatisierung dieses Vorganges und daher eine Einsparung des hohen Zeitaufwandes, der beim Verändern der Schweißparameter entsteht, möglich. Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß der Grundwerkstoff nicht aus Kupfer besteht muß, sondern das Werkstück als Grundwerkstoff verwendet werden kann.

Es ist aber auch ein Vorgehen nach Patentanspruch 5 möglich, wodurch bei nicht eingestelltem Durchmesser der Elektrode ein automatisches Starten der Hochlaufphase ermöglicht wird.

Mit dem Verfahrensablauf nach Patentanspruch 6 ist es möglich, verschiedene Startimpulse in den Mikroprozessor zu laden, wodurch die Zeit für die Errechnung des Startimpulses verringt werden kann.

Es ist aber auch ein Vorgehen nach Patentanspruch 7 von Vorteil, da dabei eine Zerstörung der Elektrode verhindert werden kann.

Wird gemäß Patentanspruch 8 der Durchmesser der Elektrode automatisch festgestellt, so ist es möglich, unabhängig von jeder Tätigkeit einer Bedienungsperson jeweils die richtige Größe des Startimpulses vollautomatisch festzulegen.

Vorteilhaft ist schließlich auch ein Vorgehen nach Patentanspruch 9, da dadurch die zugeführte Energie menge an das rasch wachsende Volumen der Elektrode auch bei geringen Durchmesseränderungen einfach angepaßt werden kann und somit ausreichende Wärmeenergie zur stabilen Zündung und weiteren Aufrechterhaltung des Lichtbogens der Elektrode erreicht werden kann.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese im nachfolgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer erfundsgemäßen Steuervorrichtung für ein Schweißergerät in vereinfachter schematischer Darstellung;

Fig. 2 ein Schaltschema einer erfundsgemäßen Steuervorrichtung zur Zündung eines Lichtbogens und zur kugelförmigen Ausbildung des Endes einer Elektrode in vereinfachter schematischer Darstellung;

Fig. 3 ein Diagramm, in dem ein mit einer erfundsgemäßen Steuervorrichtung erzeugter Schweißstromverlauf eingezeichnet ist;

Fig. 4 ein Diagramm, in dem ein mit einer erfundsgemäßen Steuervorrichtung erzeugter anderer Schweißstromverlauf dargestellt ist;

Fig. 5 ein Diagramm in dem ein mit einer erfundsgemäßen Steuervorrichtung erzeugter weiterer Schweißstromverlauf dargestellt ist;

Fig. 6 ein Schaubild einer mit der erfundsgemäßen Steuervorrichtung erzeugten, kugelförmigen Endenausbildung einer Elektrode;

Fig. 7 ein weiteres Schaubild einer mit der erfin-

dungsgemäßen Steuervorrichtung erzeugten, kugelförmigen Endenausbildung einer Elektrode.

In Fig. 1 ist ein Spannungsversorgungsnetz 1 gezeigt, das aus einem Phasenleiter 2 und einem Nulleiter 3, z. B. dem Netz eines Elektroversorgungsunternehmens oder einem mobilen Stromgenerator besteht.

Am Spannungsversorgungsnetz 1 ist eine Inverterstromquelle 4 über Zuleitungen 5, 6 angeschlossen. Über die Inverterstromquelle 4 wird ein Verbraucher 7, z. B. ein Schweißgerät 8, schematisch durch eine Schweißpistole 9 dargestellt, zum Bearbeiten eines Werkstückes 10 über Leitungen 11, 12 mit dem positiven und negativen Potential versorgt. Die Schweißpistole 9 weist eine Elektrode 13 zum Zünden eines Lichtbogens 14 in einer durch ein Schutzgas 15 gebildeten Atmosphäre auf. Weiters ist an einem Griff 16 der Schweißpistole 9 eine Schaltvorrichtung 17 angeordnet.

Zur Steuerung der Inverterstromquelle 4 ist an deren Steuereingängen 18 über Steuerleitungen 19, 20, eine Steuervorrichtung 21 angeschlossen. Die Steuervorrichtung 21 ist über Leitungen 22, 23 mit einer Eingabevorrichtung 24 und einer Ausgabevorrichtung 25 verbunden.

Mit der Eingabevorrichtung 24 werden der Steuervorrichtung 21 bestimmte Einstellungen, wie z. B. die Höhe des Schweißstromes, das Tastverhältnis für positive und negative Halbwellen und der Durchmesser der Elektrode 13 vorgegeben, die an der Ausgabevorrichtung 25 angezeigt und in der Steuervorrichtung 21 verarbeitet werden. Weiters wandelt die Steuervorrichtung 21 die von der Eingabevorrichtung 24 eingegebenen Parameter zum Ansteuern der Inverterstromquelle 4 um und steuert damit die Inverter-Stromquelle 4 über die Steuerleitungen 19, 20 an. Dabei wird über die Steuerleitung 19 der Parameter für den Schweißstrom und über die Steuerleitung 20 das Tastverhältnis für die positiven und/oder negativen Halbwellen durch die Zeitdauer für die positive oder die negative Halbwelle übergeben.

Die Inverterstromquelle 4 wandelt die von dem Spannungsversorgungsnetz 1 gelieferte Wechselspannung in eine Gleichspannung um. Nach dem Gleichrichten der Wechselspannung vom Spannungsversorgungsnetz 1 wird die Spannung in der Inverterstromquelle 4 wieder zerhackt. So werden z. B. durch Pulsbreitenmodulation entsprechend den Parametern in der Steuervorrichtung 21 Ausgangstromimpulse hergestellt, welche über die Leitungen 11, 12 der Schweißpistole 9 zugeführt werden.

In Fig. 2 ist die erfundungsgemäße Steuervorrichtung 21 und in den Fig. 3, 4, 5 sind in den Diagrammen mögliche Verläufe des Schweißstromes 26 dargestellt. Bei den Diagrammen ist auf der Ordinate der Strom A und auf der Abszisse die Zeit t aufgetragen. Die in diesen Diagrammen in vollen Linien dargestellte Kennlinie zeigt den Verlauf des Schweißstromes 26 am Ausgang der Inverterstromquelle 4.

Die Steuervorrichtung 21 weist dabei eine Rechnereinheit 27 auf. Die Rechnereinheit 27 besteht in diesem Ausführungsfall aus einem Rechner 28, der bevorzugt aus einem Mikroprozessor 29 in einem Industrie-PC oder einer selbstprogrammierbaren Steuerung oder einer konventionellen analogen oder digitalen Steuerung gebildet ist. An einem Eingang des Mikroprozessors 29 ist über die Leitung 22 die Eingabevorrichtung 24 angeschlossen. Die Eingabevorrichtung 24 kann durch eine Tastatur oder durch jegliche andere Arten von Eingabemöglichkeiten, z. B. Potentiometern, gebildet sein. Wei-

ters ist der Mikroprozessor 29 mit der Ausgabevorrichtung 25, die als Displayanzeige oder als Bildschirm ausgebildet sein kann, über die Leitung 23 verbunden.

An weiteren Ein- und Ausgängen des Mikroprozessors 29 ist über ein Bussystem 30, das aus Adress- und Datenleitungen besteht ein Speicher 31 angeschlossen. An einem Ausgang des Mikroprozessors 29 ist über eine Leitung 32 ein Hochfrequenzgenerator 33 angeschlossen. Der Ausgang des Hochfrequenzgenerators 33 ist über eine Steuerleitung 34 mit einem Eingang der Inverterstromquelle 4 verbunden. Ein weiterer Ausgang des Mikroprozessors 29 ist über die Steuervorrichtung 21 mit der Inverterstromquelle 4 verbunden.

Eine Vorrichtung 35 zur Festlegung eines Stromsollwertes, die aus einem Digitalanalogwandler gebildet sein kann, wird über eine Leitung 36 mit mehreren der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellten Leitungen vom Mikroprozessor 29 angesteuert. Ein Ausgang der Vorrichtung 35 ist über die Steuerleitung 19 mit der Inverterstromquelle 4 verbunden. Über Leitungen 37, 38 wird dem Mikroprozessor 29 von einer Meßvorrichtung 39 der Strom- und/oder Spannungs-Istwert übermittelt.

Über die Leitung 11 und eine Leitung 40 ist die in Fig. 1 dargestellte Schweißpistole 9 zur Versorgung mit Strom und Spannung an der Inverterstromquelle 4 angeschlossen, wobei in der Leitung 40 ein Shunt 41 zum Messen des Ist-Stromes angeordnet ist. Der Ist-Strom wird über die Stromleitungen 42, 43 der Meßvorrichtung 39 für den Strom-Istwert zugeführt. Weiters wird die Spannung an der Schweißpistole 9 über die Spannungsleitung 44 abgegriffen und der Meßvorrichtung 39 zugeführt.

Die Schaltvorrichtung 17 wird durch Schalter 45, 46 gebildet, wobei zum Aktivieren eines Steuerungsablaufs zum Herstellen eines kugelförmigen Verlaufs am Ende der Elektrode 13 der Schalter 45 und für die Zündung des Lichtbogens 14 der Schalter 46 angeordnet ist. Die Eingänge der Schalter 45, 46 werden über eine Leitung 47 vom Mikroprozessor mit Strom und Spannung versorgt. Die Ausgänge der Schalter 45, 46 sind über Leitungen 48, 49 mit einem Eingang des Mikroprozessors 29 verbunden.

Wird nun die Steuervorrichtung 21 in Betrieb genommen, so können über die Eingabevorrichtung 24 die Parameter für die Höhe des Schweißstromes und gegebenenfalls die Zeitdauer für die positive oder negative Halbwelle und/oder der Durchmesser der Elektrode 13, welche sich in der Schweißpistole 9 befindet, getrennt eingestellt werden.

Wird in der Eingabevorrichtung 24 nichts eingestellt, so lädt der Mikroprozessor 29 vom Speicher 31 eine Grundeinstellung in seinen Hauptspeicher und zeigt dies an der Ausgabevorrichtung 25 an. Dabei ist es jedoch möglich die Grundeinstellung, die der Mikroprozessor 29 in seinem Hauptspeicher geladen hat, über die Eingabevorrichtung 24 zu ändern.

Sind die Änderungen der Standardeinstellung abgeschlossen oder werden diese unverändert beibehalten, so sendet der Mikroprozessor 29 ein dem vorgewählten Stromsollwert entsprechendes Signal über die Leitung 36 an die Vorrichtung 35. Die Vorrichtung 35 gibt ausgehend von dem digitalen Signal für den Stromsollwert des Mikroprozessors 29 einen analogen Stromsollwert vor und steuert über die Steuerleitung 20 die Inverterstromquelle 4 an. Weiters beaufschlagt der Mikroprozessor 29 die Steuervorrichtung 21 mit einem Signal, wodurch die Inverterstromquelle 4 erkennen kann, daß der

Stromsollwert zur Erzeugung für die positiven Halbwelle verwendet werden soll. Zur Erzeugung der negativen Halbwelle des Schweißstromes 26 nimmt der Mikroprozessor 29 ebenfalls das Signal von der Steuerleitung 20, wodurch die Inverterstromquelle 4 erkennen kann, daß der über die Steuerleitung 20 bereit gestellte Stromsollwert von der Vorrichtung 35 für die negative Halbwelle bestimmt ist. Dies hat den Vorteil, daß bei gleichbleibendem Schweißstrom 26 der Stromsollwert nicht ständig verändert werden muß, da durch Beaufschlagung der Steuerleitung 20 mit einem Signal vom Mikroprozessor 29 die Inverterstromquelle 4 erkennen kann, daß der Stromsollwert für die positive und/oder negative Halbwelle verwendet werden muß.

Da jedoch noch keine Zündung des Lichtbogens 14 an der Schweißpistole 9 erfolgte, liegt an den Leitungen 11 und 40 die Leerlaufspannung der Inverterstromquelle 4 an. Das Signal für den Stromsollwert liegt jedoch bereits an der Inverterstromquelle 4 an und würde bei einem Zünden des Lichtbogens 14 die Elektrode 13 sofort von der Inverterstromquelle 4 mit dem eingestellten Strom versorgt werden. Um den Lichtbogen 14 zu zünden, muß der Schalter 46 der Schaltvorrichtung 17 betätigt werden. Durch das Betätigen des Schalters 46 wird dem Mikroprozessor 29 über die Leitung 48 mitgeteilt, daß eine Zündung des Lichtbogens 14 erfolgen soll. Daraufhin steuert der Mikroprozessor 29 über die Leitung 32 den Hochfrequenzgenerator 33 mit einem Steuersignal an. Der Hochfrequenzgenerator sendet über die Steuerleitung 34 ein Hochspannungssignal mit einer Frequenz von z. B. 1 MHz an die Inverterstromquelle 4. Durch das Übersenden des Signals vom Hochfrequenzgenerator 33 wird die Leerlaufspannung, die an den Leitungen 11 und 40 anliegt, mit der Frequenz des Signals vom Hochfrequenzgenerator 33 überlagert, wodurch an der Elektrode 13 eine Hochspannungsimpuls mit einer Frequenz von 1 MHz entsteht.

Wird nun die Schweißpistole 9 in die Nähe des Werkstückes 10 gebracht, so wird der Lichtbogen 14 durch die Überlagerung des Hochfrequenzsignals gezündet. Gleichzeitig mit dem Zünden des Lichtbogens 14 beaufschlagt die Inverterstromquelle 4 die Leitungen 11 und 40 mit dem voreingestellten Strom, wodurch die Leerlaufspannung auf die Betriebsspannung absinkt und der eingestellte Strom über die Elektrode 13 fließt.

Durch die Anordnung des Shunts 41 erfaßt die Meßvorrichtung 39 über die Stromleitungen 42, 43 den tatsächlich gelieferten Strom an der Elektrode 13 und wandelt den analogen Ist-Stromwert in einen digitalen Ist-Stromwert um. Nach dem Umwandeln in den digitalen Ist-Stromwert wird dieser über die Leitung 37, die wiederum mehrere Leitungen 37 umfaßt und jedoch übersichtshalber nur eine Leitung 37 dargestellt ist, an den Mikroprozessor 29 übersendet. Durch das Erfassen des Stromflusses in den Leitungen 11 und 40 kann der Mikroprozessor 29 erkennen, daß der Lichtbogen 14 gezündet wurde.

Um den Lichtbogen 14 möglichst rasch zu stabilisieren und ungestört nach dem Zünden aufrecht zu erhalten, wird sofort nach dem Zünden des Lichtbogens 14 und noch bevor die Beaufschlagung der Elektrode 13 mit den positiven bzw. negativen Halbwellen des zerhackten Gleichstroms mit dem voreingestellten Schweißstrom 26 erfolgt, die Elektrode 13 mit einem positiven Startimpuls 50 beaufschlagt, dessen Strom höher oder kleiner ist als der eingestellte Schweißstrom 26 und eine vorbestimmbare Zeitdauer aufweist, die üblicherweise größer ist, als die Zeitdauer der nachfolgen-

den an der Elektrode 13 anliegenden Startimpulse 50. Durch die unmittelbar nach dem Zünden genau definierte Energiemenge wird die Temperatur der Elektrode 13 zu Beginn des Schweißvorganges kurzfristig so stark erhöht, daß ein stabiler Lichtbogen 14 aufgebaut werden kann.

Dieser positive Startimpuls 50 der unmittelbar nach dem Zünden des Lichtbogens 14 von der Steuervorrichtung 21 ausgesandt wird, ist im Diagramm in Fig. 3 dargestellt und erstreckt sich zwischen Zeitpunkten 51 und 52.

Die Festlegung der Zeitdauer und des Stroms 53 im Startimpuls 50 erfolgt in Abhängigkeit von einem Durchmesser der Elektrode 13, da die der Elektrode 13 zuzuführende Energiemenge zum Erwärmen derselben von der Masse bzw. dem Volumen der Elektrode 13 abhängig ist und damit bei einer dicken Elektrode 13 eine höhere Energie benötigt wird als bei einer dünnen Elektrode 13.

Nachdem über die Zeitdauer des Startimpulses 50 der erhöhte Strom zum stärkeren Erwärmen der Elektrode 13 über diese hinweg geführt wurde, wird mit dem Mikroprozessor 29 der Strom auf den eingestellten Schweißstrom 26 abgesenkt, in dem von der Vorrichtung 35 Festlegung eines Strom-Sollwertes ein z. B. niedriger Strom-Sollwert vorgegeben wird, so daß der Schweißstrom 26 an der Elektrode 13 verringert wird. Daraufhin wird nun je nach der Form der vorgegebenen positiven und negativen Halbwellen unter Kontrolle durch den Mikroprozessor 29, insbesondere durch den Vergleich des Ist-Stromwertes mit dem Soll-Stromwert festgestellt, ob an der Elektrode 13 genügend Schweißstrom 26 zum Aufrechterhalten des Lichtbogens 14 zur Verfügung steht.

Wenn nun beispielsweise die im Zuge des positiven Startimpulses 50 an die Elektrode 13 zugeführte Energie zu gering ist, um diese soweit zu erhitzen, daß eine kontinuierliche Aufrechterhaltung des Lichtbogens 14 und die Herstellung eines ausreichenden Schweißbades und das Abschmelzen des Zusatzmaterials sichergestellt ist, so wird der Lichtbogen 14 nach kurzer Zeit, also nach nur wenigen weiteren Stromimpulsen, mit einem dem eingestellten Strom-Sollwert entsprechenden Stromfluß wieder erloschen. Dieser Zustand tritt vor allem dann ein, wenn am Beginn des Schweißprozesses, beispielsweise der Durchmesser der Elektrode 13 überhaupt nicht oder zu klein eingestellt wurde. In diesem Fall hatte der Mikroprozessor 29 keine entsprechenden Vorgabewerte und geht nun davon aus, daß die Elektrode 13 für den eingestellten Schweißstrom 26 den kleinstmöglichen Durchmesser aufweist. In diesem Fall reicht also die dann im Startimpuls 50 zur Verfügung gestellte Energie nicht aus, um eine ausreichende Erwärmung der Elektrode 13 zum Zeitpunkt 54 in Fig. 4 zu erzielen, wodurch der Lichtbogen 14, wie schematisch anhand des Diagramms in Fig. 4 gezeigt, zum Zeitpunkt 55 erlischt.

Der Mikroprozessor 29 kann das Erlöschen des Lichtbogens 14 durch die ständige Überwachung des Ist-Stromwertes mittels der Meßvorrichtung 39 erkennen, da diese über die Leitung 37 keinen Iststromwert an den Mikroprozessor 29 übersendet, wodurch der Mikroprozessor 29 feststellen kann, daß der Lichtbogen 14 an der Elektrode 13 erloschen ist. Nachdem der Mikroprozessor 29 erkannt hat, daß kein Lichtbogen 14 mehr besteht, sendet der Mikroprozessor 29 einen neuerlichen Startimpuls 56 ab. Dieser Startimpuls 56 bewirkt in der Vorrichtung 35 zur Festlegung des Strom-Sollwertes

die Vorgabe eines höheren Strom-Sollwertes für den Startimpuls 56 und gegebenenfalls auch eine längere Zeitdauer dieses Startimpulses 56, wodurch von der Inverterstromquelle 4 ein höherer Ausgangsstrom an der Elektrode 13 gegebenenfalls auch über einen längeren Zeitraum angelegt wird. Gleichzeitig mit dem Aussenden des neuen Startimpulses 56 beaufschlägt der Mikroprozessor 29 die Leitung 32 mit einem Signal, wodurch wiederum der Hochfrequenzgenerator 33 gestartet wird und somit ein neuerliches Zünden des Lichtbogens 14 erfolgen kann.

Erlöscht der Lichtbogen 14 nach einigen Schweißperioden wiederum, so sendet der Mikroprozessor 29 abermals einen Startimpuls 57 aus. Dieser Startimpuls 57 bewirkt dann seinerseits, daß die Inverterstromquelle 4 unmittelbar im Anschluß an die über den Hochfrequenzgenerator 33 wiederum bewirkte Zündung des Lichtbogens 14 durch den Hochfrequenzgenerator 33 ein höherer Strom an die Elektrode 13 angelegt wird, also während des Startimpulses 57 und gegebenenfalls auch in diesem Fall wiederum die Zeitdauer, über welche dieser erhöhte Strom oder Zeitdauer an der Elektrode 13 anliegt, verlängert wird. Diese Erhöhung des unmittelbar an die hochfrequente Zündung des Lichtbogens 14 erfolgende Energiezufuhr wird solang bei sich ständig erhöhender Energie des Startimpulses 50, 56 und 57 fortgeführt, bis ein stabiler Lichtbogen 14 zwischen der Elektrode 13 und dem Werkstück 10 besteht. In diesem Fall, wenn also der eingestellte Durchmesser der Elektrode 13 dem tatsächlichen Durchmesser der Elektrode 13 nicht entspricht bzw. wenn überhaupt kein Durchmesser der Elektrode 13 am Beginn des Schweißvorganges eingestellt wurde, kommt es damit zu einer Selbstanpassung der Schweißvorrichtung an den jeweiligen Betriebszustand, ohne daß von außen her ein Eingriff eines Bedieners erforderlich ist und ohne daß es zu einer erheblichen Störung des Schweißvorganges bzw. einem Aufbau einer unzulässigen Schweißnaht bzw. Schweißverbindung kommt.

Einfacher verläuft die Zündung des Lichtbogens 14 und die Einleitung des Schweißvorganges dann, wenn vor Beginn des Schweißvorganges der richtige Durchmesser der verwendeten Elektrode 13 eingestellt wird. In diesem Fall wird dann vom Mikroprozessor 29 aufgrund des über die Eingabevorrichtung 24 eingegebenen Durchmessers der Elektrode 13 aus dem Speicher 31 ein Startimpuls 50 ausgewählt, dessen durch die Höhe des Stroms und die Zeitdauer abgegebene Energie ausreicht, um die Elektrode 13 auf die gewünschte Temperatur zu erhitzen. Damit wird bereits nach dem erstmaligen Zünden des Lichtbogens 14 dieser stabilisiert und kann im Anschluß an den Zeitpunkt 52 ein stabiler Schweißvorgang eingeleitet werden, wie dieser beispielsweise in dem Diagramm in Fig. 3 dargestellt ist.

Wie weiters anhand des Diagramms in Fig. 3 gezeigt ist, ist es für die Durchführung eines Schweißprozesses mit der beschriebenen Schweißvorrichtung wichtig, daß das Ende der Elektrode 13 kugelförmig bzw. kugelkalottenförmig ausgebildet ist, um eine definierte Position des Lichtbogens 14 zu erhalten.

Ist nämlich das Ende der Elektrode 13 abgebrochen und mit einer zerklüfteten Stürnseite versehen, so kann der Lichtbogen 14 zwischen den verschiedenen Vorsprüngen des abgebrochenen Endes der Elektrode 13 und dem Werkstück 10 entstehen, was zu einem sehr unruhigen Lichtbogen 14 führt, der sehr leicht wieder verlöscht. Es wird daher getrachtet, daß die Elektrode 13 am Beginn des Schweißvorganges an ihrem dem

Werkstück 10 zugewandten Ende eine kugelkalottenförmige Ausbildung aufweist. Ist dies nicht der Fall, so ist diese kugelkalottenförmige Ausbildung des Endes der Elektrode 13 vor dem Schweißvorgang herzustellen.

Um diese kugelkalottenförmige Ausbildung eines Endes der Elektrode 13 zu erreichen, kann dazu am Beginn des Schweißvorganges die der Elektrode 13 zugeführte Energie, insbesondere durch einen höheren Strom über die Dauer des Startimpulses 50 zugeführt werden, wobei gleichzeitig auch noch die Zeitdauer des Startimpulses 50 verlängert werden kann, wie dies in Fig. 3 in strichlierten Linien schematisch angedeutet ist.

Diese Erhöhung des Stroms und der Zeitdauer des Startimpulses 50 kann nun dadurch erfolgen, daß vor Beginn des Schweißvorganges dann, wenn eine Elektrode 13 mit abgebrochenem Ende in der Schweißpistole 9 eingespannt ist, der Schalter 45 betätigt wird, so daß der Mikroprozessor 29 die Höhe des Stroms und die Zeitdauer des Startimpulses 50 errechnet, um eine kugelkalottenförmige Ausbildung des Endes der Elektrode 13 durch einen vorbestimmten Abbrand bzw. eine sehr starke Erhitzung des Endes der Elektrode 13 zu erreichen. Über die Inverterstromquelle 4 wird dann der höhere Strom über die vorbestimmte Zeitdauer der Elektrode 13 zugeführt, so daß durch das starke Erhitzen des dem Werkstück 10 zugewandten Endes der Elektrode 13 diese sich kugelkalottenförmig verformt.

Wird der Durchmesser der Elektrode 13 am Beginn des Schweißprozesses zu groß eingestellt, könnte dies zur Zerstörung der Elektrode 13 beim Zünden des Lichtbogens 14 führen. Diese Zerstörung der Elektrode 13 kann durch Überwachung der Spannung an der Elektrode 13 verhindert werden, da die Spannung an der Elektrode 13 während des Startimpulses 50 zu steigen beginnt und diese Steigung der Spannung wird durch ständiges Überwachen durch die Meßvorrichtung 39 erkannt. In diesem Fall wird dann über die Leitung 38 ein Signal an den Mikroprozessor 29 abgesendet, wodurch dieser sofort den Startimpuls 50 beendet und die Inverterstromquelle 4 die Zufuhr des Schweißstromes 26 an die Elektrode 13 sofort unterbricht. Daraufhin lädt der Mikroprozessor 29 einen neuen Startimpuls 50, der dem kleinsten möglichen Durchmesser der Elektrode 13 entspricht, aus dem Speicher 31 und beginnt, wie zuvor beschrieben, mit dem automatischen Anpassen der in den Startimpulsen 50 abgegebenen Energie, bis die ausreichende Erwärmung der Elektrode 13 zum Aufbau eines stabilen Lichtbogens 14 erreicht ist.

Dauert ein Schweißprozeß über eine längere Zeit, wie dies in Fig. 5 vom Zeitpunkt 58 bis zum Zeitpunkt 59 ersichtlich ist und wird der Schweißprozeß am Zeitpunkt 59 unterbrochen, d. h. der Lichtbogen 14 erlischt, so speichert der Mikroprozessor 29 die Zeit vom Erlöschen des Lichtbogens 14 bis zu einer neuerlichen Zündung des Lichtbogens 14. Wird der Lichtbogen 14 kurze Zeit danach z. B. eine Sekunde später, also zum Zeitpunkt 60 wieder gezündet, so errechnet der Mikroprozessor 29 einen neuerlichen Startimpuls 61 für das neuere Zünden des Lichtbogens 14 in Abhängigkeit der Zeitdauer zwischen dem Beenden des Schweißprozesses und dem neuernen Beginn eines weiteren Schweißprozesses.

Durch das Überwachen der Zeitdauer kann der Mikroprozessor 29 auf die Abkühlung der Elektrode 13 schließen und in Abhängigkeit von der Temperatur der Elektrode 13 einen neuen Startimpuls 61 errechnen, da bei einer kurzen Pause zwischen zwei Schweißprozessen weniger Energie aufgewendet werden muß um ein

neuerliches Zünden des Lichtbogens 14 zu ermöglichen als bei einer längeren Pause zwischen zwei Schweißprozessen.

In Fig. 6 sind Elektroden 62 bis 65 mit verschiedenen Enden 66 bis 69 gezeigt, wobei für die Ausbildung der Elektroden 63 bis 65 als Ausgangsform die Elektrode 62 dient. Die Elektroden 62 bis 65 weisen einen maximalen Durchmesser 70 auf.

Bei der Elektrode 62, die in ihrer Ausgangsform gezeigt ist — dies ist auch bei den weiteren Elektroden 63 bis 65 strichiert eingezeichnet —, ist ein Endbereich 71 auf eine Spalte 72 geschliffen.

Wird nun bei der Inbetriebnahme der Steuervorrichtung 21 über die Eingabevorrichtung 24 ein Durchmesser 73 für die Elektrode 62 eingegeben und gleichzeitig der Schalter 45 der Schaltvorrichtung 17 betätigt, so sendet der Mikroprozessor 29 einen Startimpuls 50, der für die kugelkalottenförmige Ausbildung des Endes 66 der Elektrode 62 und für den eingestellten Durchmesser 73 berechnet wurde, aus. Wird der Durchmesser 73 kleiner eingestellt als der maximale Durchmesser 70 der Elektrode 13, so wird die Spalte 72 der Elektrode 62 auf den eingestellten Durchmesser 73, wie dies am Ende 67 der Elektrode 63 dargestellt ist, abgeschmolzen.

Durch das Zuschleifen des Endbereiches 71 der Elektrode 62 wird das automatische Hochlaufen auf den maximalen Durchmesser 70 der Elektrode 62 bei zu klein eingestelltem Durchmesser 73 der Elektrode 13 verhindert. Es ist daher möglich, bei spitzgeschliffenem Ende 66 der Elektrode 62 im Endbereich 71 jeden beliebigen Durchmesser für das Elektrodenende einzustellen.

Selbstverständlich ist es möglich, daß bei Verwendung einer Elektrode 63 bei der bereits das Ende 67 auf einen Durchmesser 73 abgeschmolzen ist, durch Erhöhung des Durchmessers 73 auf einen Durchmesser 74, wie dies an der Elektrode 64 ersichtlich ist, das Ende 67 der Elektrode 63 auf ein Ende 68 der Elektrode 64 zu vergrößern. Diese Vorgangsweise des Erhöhens des Durchmessers 73, 74 kann solange erfolgen, bis der maximale Durchmesser 70 der Elektroden 62 bis 65 erreicht ist. Weiters ist es jedoch möglich, daß von der Elektrode 62 durch Einstellen eines Durchmessers 75 der den maximalen Durchmesser 70 der Elektroden 62 bis 65 entspricht, ein sofortiges Abschmelzen der Spalte 72 auf ein kugelförmiges Ende 69 zu erreichen, wie dies an der Elektrode 65 ersichtlich ist.

Wird daher eine Elektrode 62 bis 65 mit einem maximalen Durchmesser 70 in die Schweißpistole 9 eingespannt und in der Eingabevorrichtung 24 ein größerer Durchmesser als der Durchmesser 70 der Elektroden 62 bis 65 eingestellt, so würde dies ein sofortiges Abschmelzen der Spalte 72 der Elektrode 62 auf ein kugelförmiges Ende 69 der Elektrode 65 bewirken.

Der Vorteil des Zuschleifens des Endes 66 bis 69 der Elektroden 62 bis 65 liegt darin, daß bei einer Elektrode 62 bis 65 mit einem Durchmesser 70 durch Einstellung kleinerer Durchmesser 73, 74 Elektroden mit einem maximalen Durchmesser, die den Durchmessern 73, 74 entsprechen, simuliert werden können und daher ein Umbauen der Schweißpistole 9 von einer Elektrode 62 bis 65 auf eine Elektrode mit kleinerem Durchmesser vermieden wird.

In Fig. 7 ist die Elektrode 62 und 65, wie sie in der Fig. 6 verwendet wurden, mit einem anderem Ende 76 und 77 gezeigt. Dabei wird wieder die Elektrode 62 als Ausgangsform für die Elektrode 65 verwendet.

Die Elektroden 62 und 65 weisen einen maximalen Durchmesser 70 auf. Das Ende 76 der Elektrode 62 ist

dabei nicht spitz, wie in Fig. 6 beschrieben, zugeschliffen, sondern wurde willkürlich abgebrochen. Durch das Abbrechen der Elektrode 62 kann durch Einstellung eines kleineren Durchmessers, wie zuvor in Fig. 6 beschrieben, keine Elektrode mit einem geringerem Durchmesser des Endes simuliert werden.

Würde hier in der Eingabevorrichtung 24 ein kleinerer Durchmesser als der Durchmesser 70 der Elektrode 62 eingestellt, so würde der Mikroprozessor 29 durch Aussendung des Startimpulses 50 keinen stabilen Lichtbogen 14 während des Startimpulses 50 erreichen und somit die Hochlaufphase bis zum Erreichen einen stabilen Lichtbogen 14 durchlaufen. Hat der Mikroprozessor 29 die Hochlaufphase abgeschlossen, so wird das Ende 76 der Elektrode 62 kugelförmig ausgebildet sein, wie dies das Ende 77 an der Elektrode 65 in Fig. 7 zeigt.

Wird jedoch beim Beginn des Schweißprozesses an der Eingabevorrichtung 24 ein Durchmesser 78, der dem Durchmesser 70 der Elektrode 65 entspricht, eingestellt, so errechnet der Mikroprozessor 29 den dafür vorgesehenen Startimpuls 50, wodurch ein stabiler Lichtbogen 14 während des Startimpulses 50 erreicht wird.

Selbstverständlich ist es möglich, daß der Durchmesser der Elektrode 13 und 63 bis 65 in der Schweißpistole 9 automatisch ermittelt wird und über Leitungen den Mikroprozessor 29 übergeben wird, wodurch dieser automatisch den richtigen Startimpuls für den jeweiligen Durchmesser der Elektrode 13 und 63 bis 65 errechnen können.

Im Rahmen der Erfindung ist es selbstverständlich auch möglich, Schaltungsdetails bzw. die dargestellten Einzelschaltungsteile im Rahmen des fachmännischen Könnens durch andere aus dem Stand der Technik bekannte Schaltungsteile zu ersetzen, und so können auch einzelne Baugruppen der Schaltung für sich eigenständige, erfundungsgemäße Lösungen bilden.

Des weiteren wird darauf hingewiesen, daß es sich bei den dargestellten Schaltungsbildern um schematische, vereinfachte Blockschatzbilder handelt, in welchen einzelne Schaltungsdetails, wie z. B. zur Stabilisierung der Spannung bzw. zur Vermeidung von Kurzschlüssen, nicht dargestellt sind.

#### 45 Bezugssachenliste

- 1 Spannungsversorgungsnetz
- 2 Phasenleiter
- 3 Nulleiter
- 4 Inverterstromquelle
- 5 Zuleitung
- 6 Zuleitung
- 7 Verbraucher
- 8 Schweißgerät
- 9 Schweißpistole
- 10 Werkstück
- 11 Leitung
- 12 Leitung
- 13 Elektrode
- 14 Lichtbogen
- 15 Schutzgas
- 16 Griff
- 17 Schaltvorrichtung
- 18 Steuereingang
- 19 Steuerleitung
- 20 Steuerleitung
- 21 Steuervorrichtung
- 22 Leitung

23 Leitung  
 24 Eingabevorrichtung  
 25 Ausgabevorrichtung  
 26 Schweißstrom  
 27 Rechnereinheit  
 28 Rechner  
 29 Mikroprozessor  
 30 Bussystem  
 31 Speicher  
 32 Leitung  
 33 Hochfrequenzgenerator  
 34 Steuerleitung  
 35 Vorrichtung  
 36 Leitung  
 37 Leitung  
 38 Leitung  
 39 Meßvorrichtung  
 40 Leitung  
 41 Shunt  
 42 Stromleitung  
 43 Stromleitung  
 44 Spannungsleitung  
 45 Schalter  
 46 Schalter  
 47 Leitung  
 48 Leitung  
 49 Leitung  
 50 Startimpuls  
 51 Zeitpunkt  
 52 Zeitpunkt  
 53 Strom  
 54 Zeitpunkt  
 55 Zeitpunkt  
 56 Startimpuls  
 57 Startimpuls  
 58 Zeitpunkt  
 59 Zeitpunkt  
 60 Zeitpunkt  
 61 Startimpuls  
 62 Elektrode  
 63 Elektrode  
 64 Elektrode  
 65 Elektrode  
 66 Ende  
 67 Ende  
 68 Ende  
 69 Ende  
 70 Durchmesser  
 71 Endbereich  
 72 Spitze  
 73 Durchmesser  
 74 Durchmesser  
 75 Durchmesser  
 76 Ende  
 77 Ende  
 78 Durchmesser

## Patentansprüche

1. Verfahren zum AC-WIG-Schweißen, bei dem an eine positiv gepolte Wolframelektrode ein Hochspannungsimpuls angelegt wird, wodurch es zu einer Zündung des Lichtbogens zwischen der Elektrode und einem Werkstück kommt und das durch Verändern der Parameter, insbesondere der Höhe des Stroms und der Kurvenform für den Schweißprozeß, das Elektrodenende einen schmelzflüssigen Zustand erreicht, wodurch eine halbkugelförmige

Ausbildung des Elektrodenendes erreicht wird und daß für den eigentlichen Schweißprozeß die Parameter wieder rückgestellt werden müssen, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Zünden des Lichtbogens ein vorbestimmbarer Schweißstrom und gegebenenfalls ein Durchmesser der Elektrode eingestellt wird, worauf in Abhängigkeit vom voreingestellten Durchmesser der Elektrode ein Stromwert und eine Zeitdauer für einen Startimpuls ermittelt wird und daß nach dem hochfrequenten Zünden des Lichtbogens der Startimpuls an die Elektrode angelegt wird und daß nach Beendigung des Startimpulses der anhand der voreingestellten Parameter ermittelte Schweißstrom für den Schweißprozeß an die Elektroden angelegt wird.  
 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Unterbrechung des Lichtbogens innerhalb einer voreinstellbaren Zeitdauer nach einem Startimpuls ein neuer Stromwert und eine Zeitdauer für einen weiteren Startimpuls errechnet wird, wobei der Stromwert und/oder die Zeitdauer gegenüber den unmittelbar vorhergehenden Startimpulsen erhöht wird, worauf eine hochfrequente Zündung erfolgt und unmittelbar darauf der vorher errechnete Startimpuls an die Elektrode angelegt wird.  
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit von der Schweißdauer zwischen einem diesem unmittelbar vorhergehenden Startimpuls und einer Unterbrechung des Schweißprozesses nach Unterbrechung ein neuer Startimpuls festgelegt wird, dessen Stromwert und/oder Zeitdauer in Abhängigkeit von der vorher festgestellten Schweißdauer und der Schweißpause geringer ist als der unmittelbar zuvor ausgesendete Startimpuls.  
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Abgabe eines Startimpulses dessen Stromwert und Zeitdauer gegenüber dem Stromwert und der Zeitdauer des Startimpulses, die für den Durchmesser der Elektrode errechnet wurden, für eine halbkugelförmige Ausbildung des Endes der Elektrode, insbesondere proportional zum Durchmesser der Elektrode erhöht wird.  
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Parameter für den Startimpulse in einem Speicher als digitaler Wert hinterlegt werden und als Grundeinstellung bei der Inbetriebnahme der Steuervorrichtung in den Mikroprozessor geladen werden.  
 6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Speicher die Parameter der Startimpulse für verschiedene Durchmesser gespeichert sind.  
 7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die an der Elektrode anliegende Spannung zumindest während des Startimpulses überwacht und bei einem Überschreiten der für den Schweißvorgang vorgewählten Spannung der Startimpuls abgebrochen wird.  
 8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung des Startimpulses ausgehend von einer vorhergehenden automatischen Feststellung des Durchmessers der Elektrode erfolgt.  
 9. Verfahren nach einem oder mehreren der An-

sprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhöhung des Stromwertes und der Zeitdauer des Startimpulses, z. B. exponentiell zur Vergrößerung des Durchmessers erfolgt.

5

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

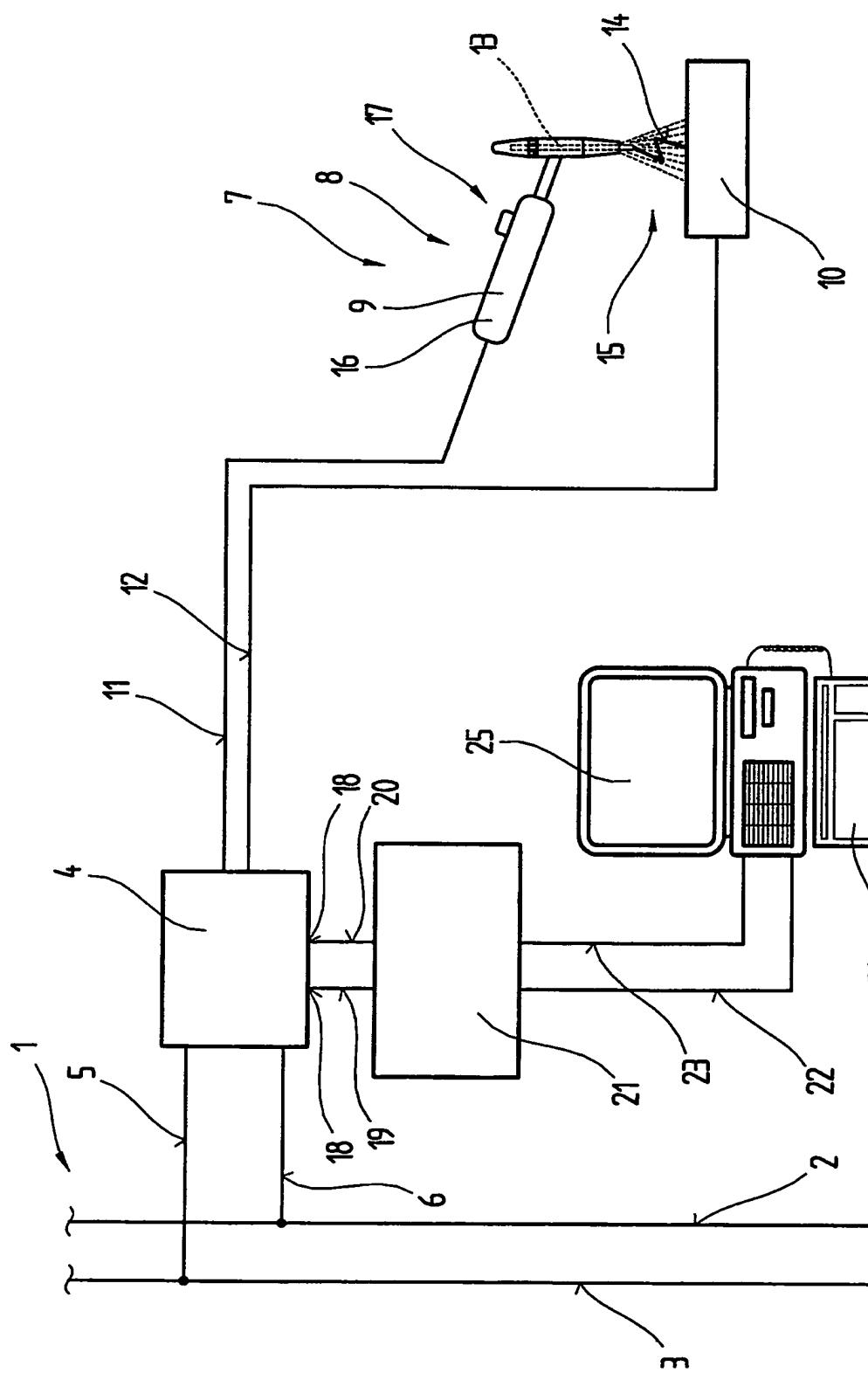
45

50

55

60

65

**Fig. 1**

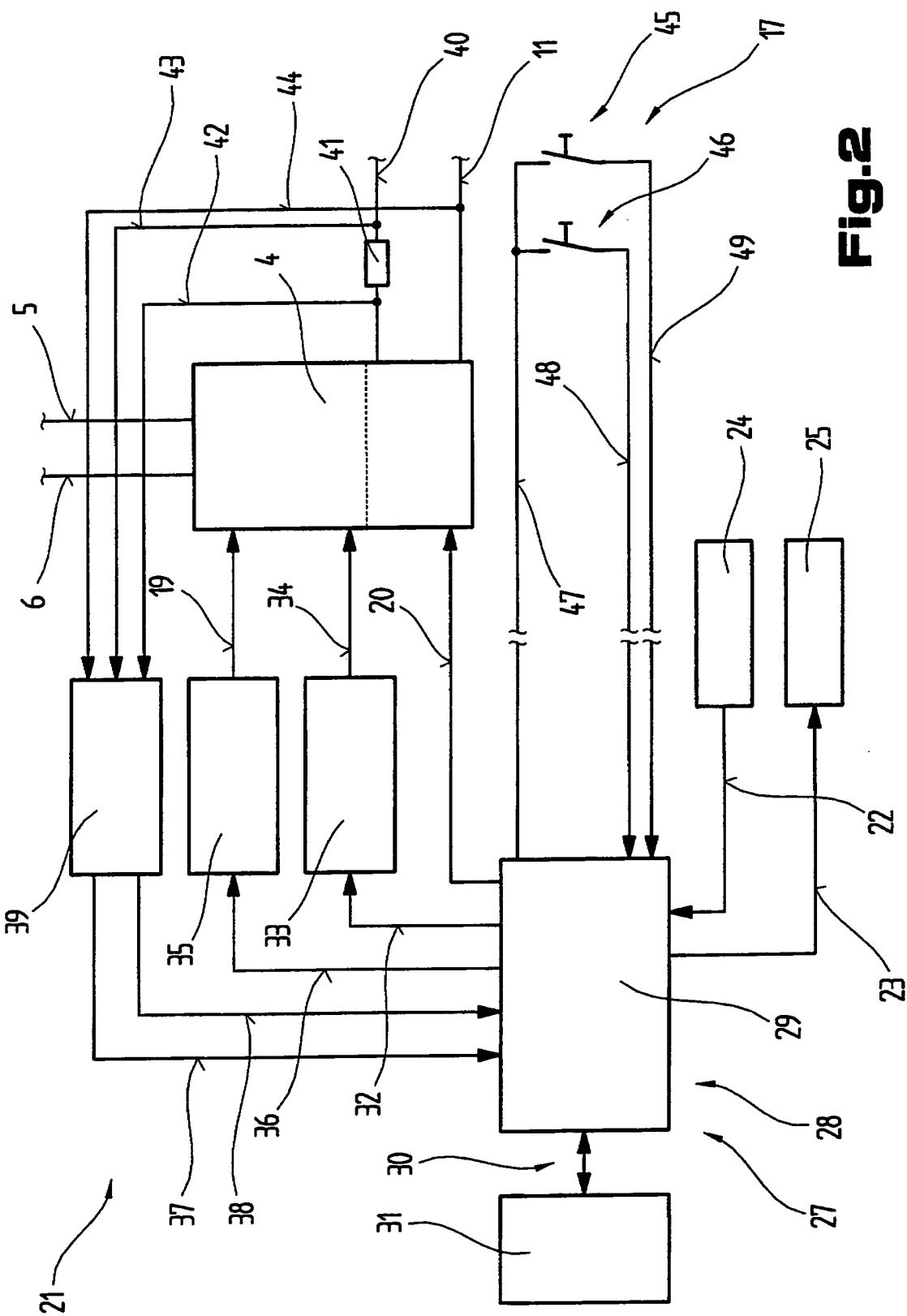
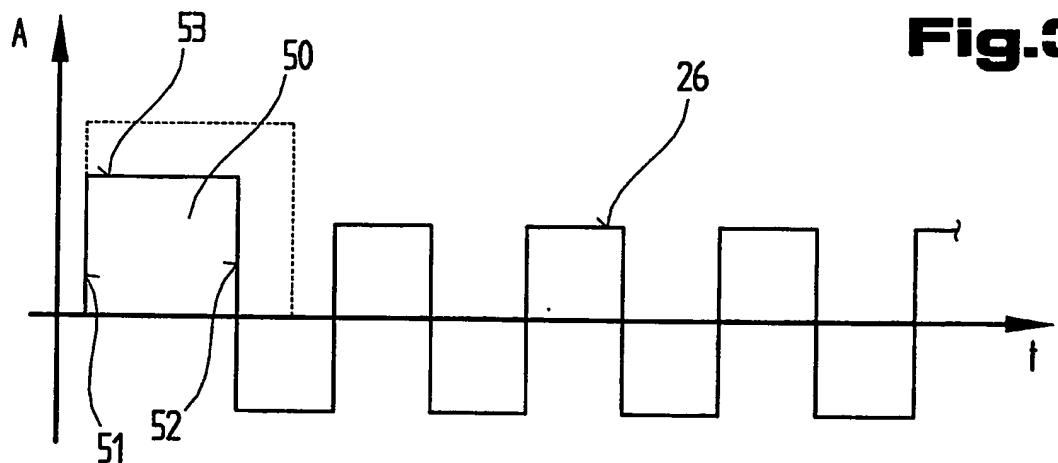
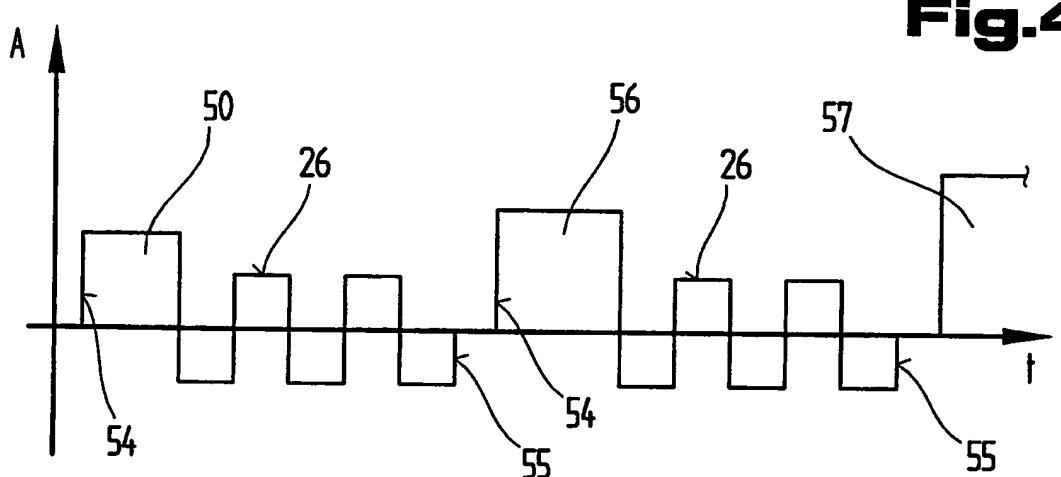


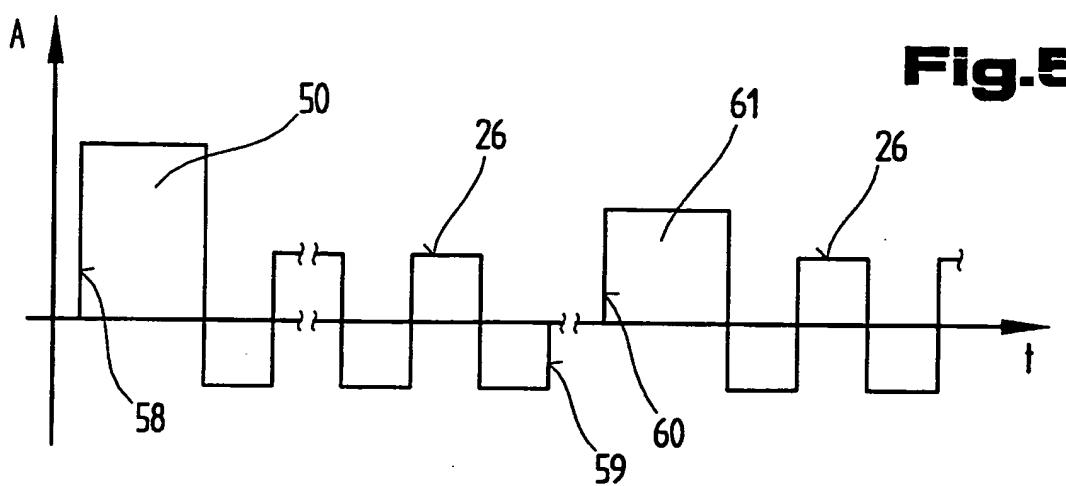
Fig.?



**Fig.3**



**Fig.4**



**Fig.5**

